

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН ТВЕРДОГО ЭЛЕКТРОЛИТА МЕТОДОМ ЛИТЬЯ НА ДВИЖУЩУЮСЯ ЛЕНТУ

O.B.ТИУНОВА, Т.А.ХАБАС

Томский политехнический университет

E-mail: tiunovaov@gmail.com

MANUFACTURING MULTILAYER PLATES OF SOLID ELECTROLYTE USING TAPE CASTING METHOD

TIUNOVA O.V. KHABAS T.A.

Tomsk Polytechnic University

E-mail: tiunovaov@gmail.com

Annotation. In this paper the method of improving the mechanical properties of the solid electrolyte plate, made by tape casting method by creating laminated ceramic structure.

Усовершенствование керамических материалов за счет использования многослойных конструкций, технологических процессов и методов их производства привело к улучшению характеристик анионного проводника, что обеспечило повышение интереса к этой технологии [1].

Применение многослойных структур в производстве пластин твердого электролита, позволяет увеличить прочность при изгибе, сохраняя при этом высокие значения ионной проводимости [2]. Для изготовления пластин используются диоксид циркония, оксиды иттрия и скандия, а также диоксид циркония, стабилизированный оксидом скандия. Получаемые пластины имеют достаточную гибкость, что улучшает механические свойства всей конструкции в целом [3]. Но проблемой производства твердых электролитов для планарных ТОТЭ остается необходимость оптимизации технологии с целью повышения их механической прочности.

В настоящей работе в качестве сырья для керамических пластин был выбран кубический раствор диоксида циркония с различными стабилизирующими добавками. Шликер готовился на основе органических растворителей, поскольку это дает более стабильные показатели при литье.

В работе использовались порошки производства «Qingdao Terio Corporation» (Китай) составов: $10\%Sc_2O_3-1\%Y_2O_3-89\%ZrO_2$ и $6\%Sc_2O_3-94\%ZrO_2$. Средний размер частиц порошка составил 0,5 мкм [4-5].

Изготовление пластин твердого электролита производилось методом литья на движущуюся ленту. На первом этапе были изготовлены пластины двух разных составов, толщиной 50 мкм. Пластины были высушены и обожжены при температуре 1500 °С. Микроструктура каждого слоя приведена на рисунках 1 (а, б).

Как видно на рисунках, порошок состава $10\%Sc_2O_3-1\%Y_2O_3-89\%ZrO_2$ спекается до монолитной беспористой структуры, а состав $6\%Sc_2O_3-94\%ZrO_2$ имеет после спекания рыхлую мелкозернистую структуру. Измерения физико-механических характеристик представлены в таблице 1.

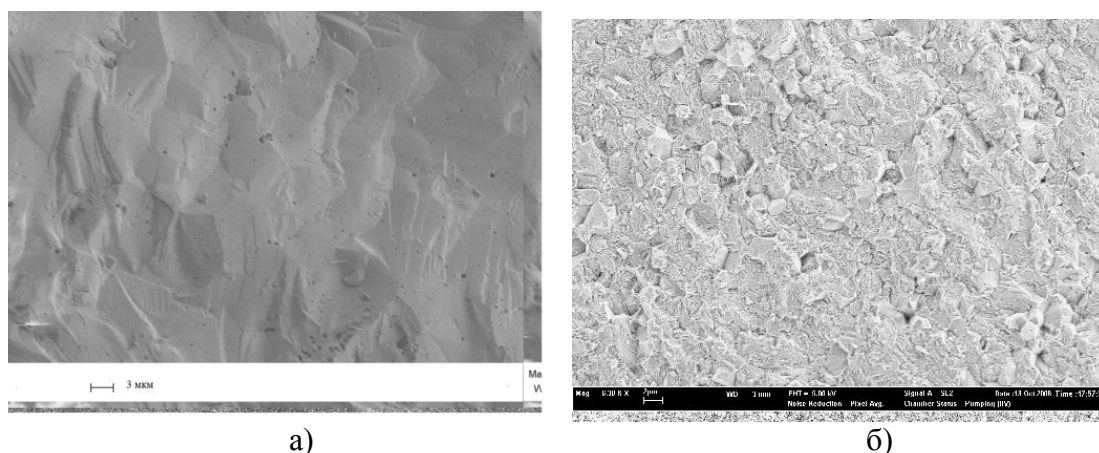


Рисунок 1 - Микроструктура спеченной керамики из порошка а) $10\%Sc_2O_3-1\%Y_2O_3-89\%ZrO_2$; б) $6\%Sc_2O_3-94\%ZrO_2$.

Таблица 1. Физико-технические характеристики керамических пластин

Свойство	Состав керамики и характеристика	
	$10\%Sc_2O_3-1\%Y_2O_3-89\%ZrO_2$	$6\%Sc_2O_3-94\%ZrO_2$
Линейная усадка, %	21	20
Кажущаяся плотность пластины, $кг/м^3$	5700	4900
Предел прочности при изгибе, МПа	100	150

Полученные керамические пластины имеют достаточно низкие значения механической прочности, что и характерно для полностью стабилизированного диоксида циркония. Поэтому далее были проведены исследования по увеличению механической прочности пластин с сохранением при этом ионной проводимости.

Для этого были изготовлены трехслойные пластины состава $40(6ScSZ) \cdot 70(10ScYSZ) \cdot 40(6ScSZ)$ мкм, путем отливки и прессования сырых лент. Трехслойные образцы также спекались при температуре $1500^\circ C$.

Микроструктура спеченных образцов показана на рисунке 2.

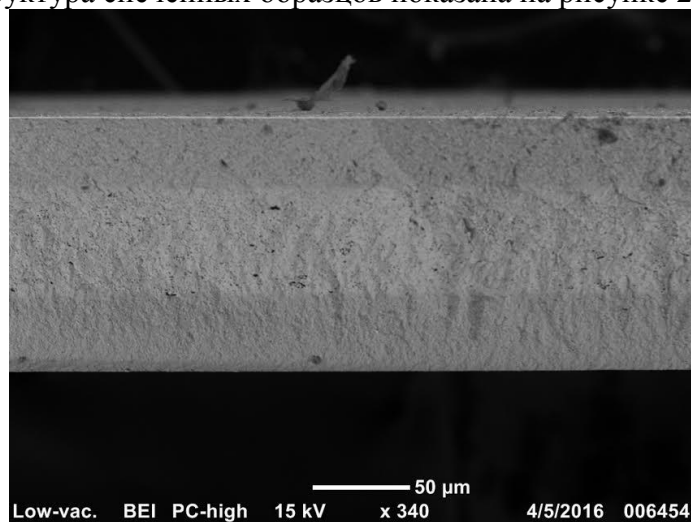


Рисунок 2 - Микроструктура поперечного среза спеченной трехслойной керамической пластины

Прочность на изгиб трехслойной керамической пластины достигает 600 МПа, что достаточно для нанесения анодного и катодного слоя и сборки топливного элемента. Кроме того полученная пластина получилась достаточно гибкой, что видно на рисунке 3.



Рисунок 3 - Образец трехслойной керамической пластины

В результате выполненной работы получены трехслойные керамические пластины твердого электролита толщиной 150 мкм, с высокими механическими характеристиками. Ионная проводимость полученных пластин составляет более $0,15 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ (в интервале 800 - 850 °С), что оптимально для работы топливного элемента.

Список литературы

1. Акимов Г.Я., Комыса Ю.А., Васильев А.Д. Влияние сопутствующих примесей на свойства керамики в системе $89\% \text{ ZrO}_2 - 10\% \text{ Sc}_2\text{O}_3 - 1\% \text{ CeO}_2$. Часть 1. Механические свойства. Огнеупоры и техническая керамика, 2006, № 11, с. 13-16.
2. Конаков В.Г., Голубев С.Н., Соловьева Е.Н., Арчаков И.Ю., Борисова Н.В., Шорохов А.В. Размеры агломератов в прекурсорах и механическая прочность твердых электролитов на основе систем $\text{Y}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$, $\text{Ce}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$, и $\text{Ce}_2\text{O}_3 - \text{Y}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$. Физика и механика материалов, 2012, т. 14, № 1, с. 1-10.
3. Day M. J., Sabolsky K., Seabaugh M. Ceramic laminate structures. Пат. WO 2006050071 МПК B05D5/12 – Оpubл. 11.05.2006.
4. Тиунова О.В., Задорожная О.Ю., Непочатов Ю.К., Бредихин С.И.. Керамические материалы из диоксида циркония, полученные методом пленочного литья// II Всероссийская конференция «Топливные элементы и энергоустановки на их основе, Черногоровка, 2013
5. Тиунова О. В., Задорожная О. Ю., Непочатов Ю. К., Бурмистров И. Н., Курицына И. Е., Бредихин С. И.. Керамические мембраны на основе скандий стабилизированного ZrO_2 , полученные методом пленочного литья// Электрохимия, 2014, том 50, № 8, с. 801–807.